

287885

# 摘译

外国自然科学哲学



4

1975

# 摘 译

外国自然科学哲学

上海外国自然科学哲学著作编译组编

4

1975

上海人民出版社

摘 译

外国自然科学哲学

一九七五年第四期(总六期)

上海外国自然科学哲学著作编译组编

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海新华印刷厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 5.625 字数 135,000

1975年12月第1版 1975年12月第1次印刷

统一书号: 13171·172 定价: 0.44元

国内发行

## 目 录

### 天体物理学

- 谈谈红移问题 ..... 武 如 ( 1 )
- 红移问题 ..... [美] G · R · 伯比奇 ( 5 )
- 类星体的演化 ..... [美] M · 施米特等 ( 27 )
- 当今的宇宙学 ..... [英] W · H · 麦克雷 ( 44 )
- 资 料 射电天文学 ..... ( 60 )

### 关于生命起源问题

- 生命的起源 ..... [日] 石本 真 ( 64 )
- 大气和生命进化 ..... [美] A · G · 费希尔 ( 75 )
- 生命起源问题简评 ..... [美] J · 基奥赛安 ( 88 )
- 对生命起源的非平衡热力学的分析  
..... [美] R · F · 福克斯 ( 100 )
- 生命起源中的一些理论问题  
..... [苏] 瓦 · C · 契尔纳夫斯基等 ( 111 )

《生命起源和本质问题》一书的序言  
.....〔苏〕A·И·奥巴林 (118)

### 苏修科技动态

宇宙学的新动向 .....〔苏〕И·В·泽尔道维奇等 (124)

### 《微积分概念史》选登

《微积分概念史》  
——“引论”和“结论”.....〔美〕C·B·博耶 (144)

### 外国自然科学家的哲学观

量子物理学和哲学 .....〔丹〕N·波尔 (165)

《摘译》外国自然科学哲学总目录..... (173)

# 谈谈红移问题

武 如

红移问题是当前天文学中最受重视的问题之一。长期以来，宇宙学家们都把红移当作膨胀宇宙的主要依据。可是在一些新的天文现象被发现以后，在红移问题上也出现了不同的看法，引起了许多争论。七十年代以来，“红移之谜”愈来愈使宇宙学家们感到困惑。

红移是天体运动中普遍存在的现象，要说明它的原因，探讨它的本质，必然要涉及我们的宇宙观。正因为这样，所以红移问题从一开始就和宇宙学中的争论联系在一起。

红移这个现象，一般地说，无非是原子发射的电磁波谱线在条件改变时引起的一种谱线位置移动。十九世纪物理学上发现各种元素都有一定的原子光谱作为它的标志。某种元素的谱线波长，不论天上、地下都是一样的。这是物质世界的统一性的有力证据。可是，这种统一，是多样性的统一。统一之中总是有差异，有矛盾的，绝对的同一是没有的。在不同的条件下，原子的光谱也会有微小的差异。许多天体发出的光谱线，比地球上同样原子发出的光谱线波长略长一点，这就是红移，如果波长略短一点，就是蓝移。光的波长变化，根据我们已知的物理规律可以作出多种解释，最简单的解释是光源与我们观测者之间有相对运动。和声学上著名的多普勒效应一样，光源向着我们运动，光波就缩短、谱线有蓝移，光源离开我们而去，光波就拉长、谱线就有红移；速度愈大，位移也愈大。这就叫“速度红移”。另一种解释认为引力的作用使光源发出

的光波变长，引起红移。此外象光子在电子上的散射等机制也都可能引起谱线的位移。但是从天体谱线的位移来看，引力红移和其他解释还难以具体说明，所以向来都用速度红移来解释。

1929年哈勃研究了一批较远的星系的红移，发现星系的红移与它们的速度有简单的线性关系，星系愈暗，红移愈大。星系愈暗，意味着距离愈远；红移大，意味着退离速度大，这个关系就被理解为星系退离速度和距离之间的关系，这就是哈勃定律。哈勃当时不过把它看作从有限的观测事实总结出来的经验定律。由于这些星系都在较远的距离上，他推测这种运动可能代表着一种宇宙整体的运动，星系愈远，退离速度愈大，因此整个宇宙在不断地膨胀扩大，但他认为对这种猜测作出结论还为时尚早。可是，由于这种推论适应了膨胀宇宙论的需要，却立刻被宇宙学家当作膨胀宇宙的观测根据。

自然科学理论总得以一定的观测结果作为依据，而各种观测结果都是有一定范围的。把一定范围里总结出的规律，外推为普遍规律，必须受新的观测材料的验证。如果在发现了不符合已有的规律的观测事实之后，还固守这些规律，并用理论上精细设计的“解释”把它们掩盖起来，那就很难把科学认识向前推进了。

六十年代以来，由于射电天文学的发展，红移问题有了新的进展，人们发现了类星体具有极大红移。从宇宙学红移的观点看，类星体应该都处在极遥远的地方，具有极大的速度，所以能量也极大，大到难以置信的地步。这么大的能量怎样产生出来呢？而且，它们的亮度有明显的周期性变化，根据推论，它们的能量又一定异乎寻常地集中，这些都是物理上很难解释得通的，因此引起了所谓的“红移之谜”。当时，就有人指出，只要放弃宇宙学红移，不把类星体看成遥远的天体，不把它们的能量看作有那么大，红移现象就很容易得到合理的解释。有人曾经设想过，如果类星体的发现在前，而哈勃的研究在后，哈勃定律可能就不会出现。但是许多人不

愿意放弃宇宙学红移，他们相信宇宙学理论要求有宇宙的统一运动，在宇宙学红移上如果让了步，就大大削弱了这种统一的运动的依据。他们固步自封，死抱住宇宙学红移的框框不放，提出了各种牵强附会的解释。近年来，河外星系天文学的新的观测材料引起了关于哈勃定律的各种议论。有的继续认为哈勃定律是客观事实，根本不容怀疑，有的则认为哈勃定律已不符合新的观测事实，哈勃定律根本不能成立。还有一种意见认为，它只是部分有效，在某些情况下不成立。但是红移之争是否就是承认不承认哈勃定律之争，是否只要等待更多的观测事实就可以作出检验呢？目前看来，这是争论中的一个很重要的方面，但还不是问题的症结所在。

分歧的主要之点是只有宇宙学的红移，还是可以非宇宙学的红移。宇宙学的观点把宇宙统一于一些最简单的普遍原理之上。只要是大尺度上的效应，不管是红移，还是别的，就一定是一种统一的宇宙学效应。在这些宇宙学家们看来，宇宙是均匀的、各向同性的，它的各种属性都是和谐统一的；哈勃发现了作为一个整体的宇宙的和谐一致的运动，这是一个伟大的成就。他们的基本思想是统一、简单、和谐，而不愿意承认差异、多样、矛盾的存在。目前宇宙学模型的主要代表是大爆炸模型，他们首先需要用红移来说明宇宙膨胀，需要维护速度红移的普遍有效性。但是也有人企图把红移看作是光的空间效应或时间效应，或者把它归因于大尺度空间的未知的场。他们虽然感觉到了红移问题必须寻找出路，但是在指导思想上跳不出把统一和谐作为唯一出发点的框框，在这条路上旧的局面是不会打破的。

天文学上的宇宙无非是一个大尺度的层次，从我们的地球、太阳系、银河系到目前认识的“宇宙”，在目前认识的“宇宙”之外还有更高层次的物质世界，宇宙在大的方面也是无限的。对每一个层次来说有没有统一的运动，有没有均匀、各向同性的属性？当然有，研究统一的运动，研究整体的性质当然也是有意义的。但是也必须



看到还有它的对立面,还有分散多样的、局部的运动。物质世界的统一总是对立面的统一,而决不是没有矛盾的绝对和谐一致。微观世界里的电子、原子、分子,在更高的层次上看是有统一运动的均匀的质点,但深入一层看又总是有不均匀、不统一的内部结构、内部运动,决定着这些微观客体的特殊属性;对于宇宙的大的方面,对于天文学的“宇宙”这个层次,也只能是这样。一种现象,在一定的尺度上看起来是统一的、均匀的,在更大的层次上又会显现出不统一、不均匀来,宇宙在大的方面也是不可穷尽的。

宇宙学红移论者认为,遥远天体的红移只能由统一的运动引起;反对者认为,遥远天体红移的原因不是单一的,不能一律归因于宇宙效应,而还有各个天体的局部成因。他们认为,天体的内部矛盾决定着天体的红移。天体是物质相对集中的地方,由于物质的集中,内部的矛盾运动更为突出,运动形式也更多样化,这就提供了红移成因的广阔可能性。目前有人认为,这种局域红移论的困难在于,还没有已知的物理机制能圆满地对它作出说明,但也有人认为,在这些遥远的天体上,可能有新的物理规律在起作用,我们不能把现在已经认识的物理规律看作是宇宙间的唯一的规律。局域红移论目前虽然还没有成熟,但是它有广阔的发展前途。它的进一步成长完善,是可以期待的。

红移问题的解决,必将导致天文学上的重大突破。以辩证唯物主义为指南,对天文学研究中的唯心主义和形而上学,深入开展革命的大批判,认真总结天文观测的新材料,是正确地解释红移问题和促进天文学蓬勃发展的的重要前提。

# 红移问题

〔美〕 G·R·伯比奇<sup>①</sup>

〔内容提要〕<sup>②</sup> 本文是对类星体红移问题的一篇全面的评论。类星体红移的起因究竟是宇宙学的,还是非宇宙学的,这是目前天文学上争论的一个中心问题。作者详细分析了目前的各种观测结果,明确表示倾向于“非宇宙学”的观点。文中指出,类星体发现以来,虽然大多数天文学家都认为观测证据已肯定它们的红移是宇宙学的,但经过分析,就知道这是站不住的。他们所根据的观测结果,有些并不可靠,有些也同样可以用非宇宙学红移来作出解释。在附表2、3、4中,他列举了已有的各种观测证据,分析了它们有利于和不利于这两种观点的各个方面。他认为,虽然对这两种观点的最后评判还有待于对现象的进一步观察,但目前已有相当强的证据支持非宇宙学红移的存在,而那些主张所有红移都是宇宙学红移的多数派观点很可能只是一些主观偏见。

我们研究类星体红移的起因问题,从首次发现这些天体中的很大红移时起,到现在已经将近十年了。几乎所有的天文学家都不言而喻地承认,这种红移的产生来自宇宙学上的原因,特雷尔在1964年已经提出,类星体是从我们的银河系的核以很高的速度抛射出来的,而红移就是与它们的运动有关的多普勒位移。但是,当

① 作者是美国加利福尼亚大学物理系教授。

② 本书各篇的“内容提要”均为译者所加。

这类天体的大量存在已变得明显以后，沃尔特杰等人所提出的反对意见，即如果以相对论性速度抛射出成百万个这样的天体，将要求从银河系带走大得不合理的巨大能量的问题，就几乎成了无法克服的困难，除非认为天体的质量十分小。格林斯坦和施米特也在1964年指出，引力红移存在着严重的困难。

这些天体的光度变化，和由于这种变化所引起的尺度上的限制的论证，首先引导了霍伊尔和我对类星体距离的认真的怀疑。在我们和萨金特的文章中，我们指出，由光学变化造成的极小的尺度限制，对于理解这种天体在宇宙学距离上的辐射过程，会引起很大的问题。而如果它们的距离近得多，这些问题就可以消除。尽管有人作了各种尝试，企图去克服这些困难而又仍然把这些天体保持在宇宙学距离上。但就我所知，还没有一种定量研究，所建立的模型是顾及到全部观测到的现象的。由于发现了有更大得多的红移的亮天体以及某些类星体在光学波段以外发射大量的能量流，这个问题现在已变得更加尖锐了。

1965年，霍伊尔和我在对那些可能的模型的研究中得出了这样的结论：根据目前的数据，假设局域的和假设宇宙学的类星体是同等优劣的。在我们的文章中，我们认为已经在论点上作了有效的平衡，可是许多读过我们的文章的人显然能看出我们是偏爱于非宇宙学假设的。我们倾向于这样的观点：如果类星体是“局域”的，那末它们的距离至少是几百万秒差距，我们还认为在这些类星体中，可能就有很大的数量是在邻近的NGC5128射电星系中。后来又看到，它们很可能是与许多星系有关的，而一般都不比100兆秒差距更远。

如果天体是局域的，那末解释红移的理论在现阶段就有很明显的困难——这就是看不到有蓝移，可是如果这是多普勒位移的话，蓝移就应该占有优势；同时困难也在于还没有人能拿出一种模型言之成理地给出大的引力红移来。

尽管有这些困难，但我总认为红移的问题是一个观测上的问题。如果我们希望论证红移的原因是宇宙学的，那末我们必须找到能证明它的观测上的证据，就如四十多年前哈勃和赫马森对星系已经差不多肯定地做到的那样。单是证明一种观测到的性质与宇宙学红移的假说不相矛盾是不够的。同样，为了证明红移是非宇宙学的，我们也必须提供直接的证据，证明某些天体的巨大红移是局域的。

在过去的十年中，已经找到了许多关于红移本质的论证，这里我将不按年代的顺序评述一下主要的论点和线索。

### 红移—视星等图

在刚测得很少几个类星体的红移之后，桑德奇指出，它们的红移—视星等图，和由亮星系换一个星等标尺所得到的图，即斜率为5的  $\log z-m$  关系，没有什么矛盾。但是在得到较多的红移和星等以后，很快就明显地看出，红移和视星等之间实际上并没有显著的关联。在得到更多的红移后，图形仍然是分散的，但已显然可以看出在红移接近  $z \approx 2.2$  处类星体的数目有真实的截止或下降。

就星系而言，已经发现，如果只用最亮的星系，那末在  $z$  和  $m$  之间就有一个很紧密的关联。因此，可以很合理地问，对于类星体是否也有类似的结果。

近来，巴柯尔和希尔斯按照如下的几个假设：红移是宇宙学的，选择效应是可以消除或校正的，能量分布具有共同的光谱形式，以及  $q_0 = +1$ ，因此  $L \propto z^{-2}$ ，考察了光学上最亮的类星体的红移—星等关系。他们认为，在校正了选择效应之后，他们得到了一个斜率略大于5的  $\log z-m$  图，并由此得出结论，“最亮的类星体的哈勃图，可以提供最强有力的证据，说明巨大红移 ( $z \geq 1$ ) 的原

因是宇宙学的。”

但是，伯比奇和奥德尔对数据重新作了分析，他们用改进的方法去减少在斜率不是 5 时的畸变，和避开用经验作校正的必要。他们发现，对于大多数亮类星体，其斜率是  $4.3 \pm 0.4$ ，但这样大的值是由于 3C 273 的影响，如果没有它，斜率就是  $2.1 \pm 0.6$ 。对于亮度居第二位和第三位的亮类星体，斜率分别是  $3.1 \pm 0.6$  和  $3.2 \pm 0.6$ 。虽然这些结果并不足以毫无疑问地去否定斜率为 5 的可能性，但它肯定不能作为支持这种假说的强烈根据。因此这个关系并不提供强有力的证据，证明类星体红移的起因是宇宙学的。

在考虑全部实例后没有得出红移和视星等之间的关联，并不意味着就不可能假定红移的起源是宇宙学的，然而它也并不给出对这种观点的支持，所以这就和哈勃与赫马森发现的情况完全不同。他们当时是用了很强的关联作为直接的证据以证明膨胀宇宙的存在。应该注意到，他们是在包含各种各样星系的样本中找到这个关联的，因为当时没有特别去选择特殊类型的星系。换言之，可以公平地说，如果哈勃和赫马森研究的不是星系而是类星体，那末他们就得出宇宙是膨胀的这个结论了。

## 红移—角直径关系

光源的角大小是对宇宙模型的特别灵敏的检验，因为对弗里德曼模型来说，线直径为  $D$  的光源在  $z \approx 1$  的附近，角直径将达到极小，而这个极小的实际数值以及  $z \sim \theta$  曲线的形状依赖于模型的参数。在稳恒态宇宙学中，角直径渐近地趋于  $DH/c$ ，由光度得到的  $z \sim \theta$  关系在  $z \approx 1$  附近开始有显著的偏离。因为类星体的红移有很宽的范围<sup>6</sup>，其中有许多  $z > 1$ ，因此曾尝试去测定那些与具有已知红移的类星体成协的射电源的角直径（实际上是双射电源二个成员之间的间距）以寻找宇宙学的效应。

从米利、霍格、莱格和麦克唐纳的研究和米利的研究中已经发现对于那些已证认为星系和类星体的射电源，它们的角结构是随红移的增加而减少的。

这是一个重要的结果，因为它是类星体的两个可观测性质之间所能发现的仅有的明显关联。作出的图在射电星系和类星体之间大体上也是连续的，这就对宇宙学假说给予了某种支持。但是对于那些最大的角大小观测到的图非常接近欧几里得关系 ( $\theta \propto z^{-1}$ )，虽然非常分散，但却没有迹象表明有象任何传统的宇宙学模型都预期会有的那种由几何学效应引起的与线性的偏离。赖因哈德曾论证线直径的分布函数与没有宇宙学演化的低密度弗里德曼宇宙的假设相符合，而李希特曾证明，如果我们对个别双射电源在时间上的演化选取一种特殊模型(里尔—朗加尔模型)，那末这种关系将与模型所预期的关系很好地一致。两个作者都不厌其烦地想在宇宙学红移假说的框架中说明观测结果，当然这样的方法并不一定是正确的，而且这个关联的形式也并不能够作为红移是距离的量度的证据。

## 红移的分布

前面，我已讲过红移的逐渐截止。根据最近伯比奇和奥德尔所汇集的1972年6月以前的红移数据，再加上刚刚发表的两个红移大于3的结果表明， $z > \sim 2.2$ 的天体比较稀少，一般认为这是一个真实的效应，如果红移是宇宙学的，它就与宇宙演化过程有关，否则，就是由内在的过程引起的。这就是报刊上引用的“人类正在观测宇宙边缘”的说法的来源。近年来，又有人重新认为这个截止是一种和有巨大红移的类星体的颜色有关的选择效应。这种类型的选择效应是未必会有的，但是如果在某种意义上接受红移与射电谱的形状有关的观点，即高红移天体具有平坦的或倒逆的

射电谱，那就可能还有许多有巨大红移的天体到现在为止还没有为人们发现。

类星体和有关的致密的发射线天体的红移分布具有周期性，并在 1.95 及 0.061 处存在峰值，这已经讨论了好几年了。包括 346 个红移在内的最新研究认为，在 1.95 和 0.061 处清楚可见的尖峰的真实性从统计的观点来看是有问题的，但在 0.031 ( $\approx 0.061/2$ ) 波长的分布中的一个周期性的存在却是在统计上非常显著的。尖锐的峰和周期性的存在，很难用传统的宇宙学模型来解释，所有这些特征的存在，都暗示着对于类星体和有关的致密的发射线天体，红移的起因都是非宇宙学的。情况既然如此，这些数值上的结果就必须归因于天体的内禀性质。

## 多重红移

在过去七年中，发现了类星体光谱中的多重红移现象。发现在许多类星体中，其中主要是在那些发射红移  $\geq 1.8$  的类星体中存在许多吸收线。它们被证认为吸收红移体系，而且在大多数但不是所有的情况下， $z_{\text{吸收}} < z_{\text{发射}}$ 。在不少天体中，看到过几个各不相同的红移。我将不详细讨论这些数据或者讨论它们的可能的解释，因为这在其他文章中已经有了论述。多数认为发射和吸收体系都是在类星体中产生的。因此，在某种意义上这种差别是来自天体本身的。至于吸收是前景星系际气体云或其他星系所引起的假说，虽然有许多人曾经提出过，但还没有一种天体能很好地作为它的例证。斟酌所得到的证据，有利于这样的观点，即吸收线产生于类星体之中，或很接近于类星体，即使在  $(z_{\text{发射}} - z_{\text{吸收}})$  很大的情况下，也是如此。

## 类星体和正常星系核

如果类星体是正常星系核的剧烈爆炸的表现，那末通过寻找以类星体为中心的有限角大小的象，并证明它们是正常星系所引起的，就有可能去探测这些作为基础的星系的存在。但是为了证明类星体的红移不是反常的，必须证明：（1）作为类星体基础的象是由星体的大量聚集所造成，而不是任何别的东西所致；做到这点后，还要进一步证明；（2）星系的红移和类星体的红移是相同的。

克里斯坦曾按照这个方向对一系列类星体作过初步的研究，西尔克等人也对致密的发射线天体 Ton256 作过这样的研究。克里斯坦指出，在他的样本中，那些具有小红移的类星体显示了有扩展的象的形迹，这样的象可能是由正常的星系所引起的。但是当人们进而考虑具有较大红移的类星体时，按照宇宙学假说它们离我们应当更远，所以对于那些作为基础的标准大小的星系，其角直径将变得与恒星的象相仿或者更小，以致于不可能看到扩展的象了。克里斯坦的结论是，他的结果是和认为具有宇宙学红移的类星体是星系核中的事件的假说相一致的。遗憾的是，克里斯坦甚至提也没有提到一个扩展的象也可能是其他东西而不是一个星系，而这个结果却已经被许多人用来作为有利于宇宙学假说的证据了。

西尔克等人对 Ton256 作过类似的论证。他们指出，围绕星体的绒毛部分所具有的能量分布，是与一个巨大的椭圆形星系相一致的，除此之外他们就没有考虑任何其他的可能性。采取这种观点的部分原因是由于桑德奇对 N 星系的研究。桑德奇指出，假定 N 星系天体包括两个成员——一个类星体和一个椭圆星系——就可以对许多 N 星系作出满意的模型，并且，在考虑了类星体成员的情况下，N 星系就接近于正常星系的平均红移—视星等关系。



虽然这些论证是吸引人的,但是其中真正确立的只是,观测结果可以在宇宙学假说的框架中不自相矛盾地加以说明。

更深入一步,就必须证明,扩展的象的辐射来自恒星,而不是来自,例如,任何光学的同步加速辐射和热韧致辐射的结合,其中尘埃也是一个可能的因素。为了沿着这个方向得到明确的结果,唯一的途径是去证明这里有椭圆星系中的恒星的特征吸收线。

对于非宇宙学假设,一个扩展的象可以由中心天体周围的纤维状结构所引起的。这样,克里斯坦所发现的角大小随红移而减小的事实,就意味着内禀尺度反比于内禀红移——这不是没有可能的。

即使星系被指明是类星体的基础,星系的红移和星体的红移是否相同,这个问题仍然甚为重要。因为在下面的讨论中,我将指出某些证据说明一些具有很不相同的红移的星系和类星体是物理上成协的。至于它们是否判别为分立的天体,取决于它们的直线间距,抛射方向,以及星系的距离。对于具有很一般的红移的星系,类星体的象会叠在星系的象上出现,虽然它们通常不是出现在对称的位置上。

## 变化性和相对论性膨胀

到1965年,已经明白类星体在射电和光学能流两方面都是迅速变化的。任何简单图景都可以说明,这个变化的能流来自很小的部分,其尺度不大于光在变化周期中所能走过的距离,即  $R \leq cr$ 。由于在一年或小于一年的时间内看到巨大的变化,因此就可得出一光年或小于光年的尺度大小。这么小的尺度与很大的天体距离联系起来,这就意味着必然存在着很高的辐射密度。因此,光子能与相对论性电子发生强烈的作用,而在任何理论中都认为这些电子是产生辐射的。1966年有人指出,对于粒子全部由一个中